

Efecto de la aplicación foliar de zinc sobre la calidad del fruto del banano: la relación entre dosis y frecuencia de aporte en las épocas críticas de desarrollo del cultivo

Álvaro Henao Ortiz¹, Fabian Fonseca Mercado¹, J. Danilo Sánchez Torres².

¹C.I UNIBAN; ²Yara Colombia.

***Autor de**

Correspondencia:

Álvaro Henao Ortiz
ahenao@uniban.com.co

Contribución:

Tecnológica

Sección:

Manejo de Suelos y
Nutrición

Recibido:

15 Diciembre, 2023

Aceptado:

15 Enero, 2024

Publicado:

16 Abril, 2024

Cita:

Henao OA, Fonseca MF y
Sánchez TJD. 2024. Efecto
de la aplicación foliar de
zinc sobre la calidad del
fruto del banano: la relación
entre dosis y frecuencia de
aporte en las épocas críticas
de desarrollo del cultivo.

Acorbat Revista de
Tecnología y Ciencia 1(1):
12

[https://doi.org/10.62498/AR
TC.2412](https://doi.org/10.62498/AR
TC.2412)



RESUMEN

Se realizó un ensayo comparativo en dos lotes comerciales de banano con aplicaciones foliares de Zinc y un testigo sin aplicación. Las aspersiones se realizaron en la época seca del Urabá Antioqueño con mayores limitantes para la toma de nutrientes desde el suelo y de movilidad de nutrientes asociado a factores ambientales. Se evaluaron los desórdenes fisiológicos de formación de fruta, iniciando desde 26 semanas. El período de evaluación fue de 11 semanas. La evaluación se realizó mediante la metodología de análisis de desperdicio de fruta cosechada. Se encontraron diferencias a través del tiempo en la cantidad de fruta rechazada en los tratamientos sin aplicaciones de zinc Foliar. Esto fue explicado por la mayor cantidad de fruta con desórdenes de formación en el periodo de diferenciación y crecimiento de la bacota. Una parte de los desórdenes de formación están relacionados con el aporte nutricional de zinc al cultivo. El peso de los dedos deformes en el área no aplicada (superior), presentó en 7 semanas de evaluación un total de 10,4 Kg. De otro lado, el sector aplicado con zinc presentó 2,15 Kg.

Palabras Clave: Nutrición con zinc, Zinc foliar, Desórdenes de formación de fruta.

ABSTRACT

A comparative trial was carried out in commercial banana lots with foliar applications of Zinc and a control without applications. The spraying was done in the dry season of Urabá Antioqueño with greater limitations for nutrient uptake from the soil and greater limitations of nutrient mobility associated to environmental factors. Fruit formation disorders were evaluated, and this began 26 weeks after the first applications, the evaluation period was 11 weeks. The evaluation was carried out using the methodology of wastage analysis of harvested fruit. Differences were found in the amount of rejected fruit between treatments, being higher in the treatment without foliar zinc applications. This was explained by the greater amount of fruit with formation disorders in the treatment without zinc applications. Part of the formation disorders are related to the nutritional supply of zinc to the crop. The weight of the deformed, which corresponded to the non-applied sector (upper), presented 10.4 Kg in 7 weeks of analysis. On the other hand, the sector applied with zinc presented 2.15 Kg.

Keywords: Zinc nutrition, Foliar zinc, Fruit formation disorders.

INTRODUCCIÓN

La actividad bananera presenta grandes desafíos, algunos de carácter global como la pérdida del precio del banano en los mercados internacionales, lo que se presenta sistemáticamente desde 1988. Igualmente, el incremento de los costos de producción, el impacto del clima y aspectos de carácter macroeconómico, que no son controlados por el productor (Augura, 2023; Bebbber, 2022; FAO, 2023), no obstante, aspectos relacionados con el manejo agronómico para mejorar la productividad del cultivo en las épocas de mejor precio, deben ser considerados en nuestros cultivos. En la región de Urabá, la pérdida estimada de fruta que no cumple los requerimientos de calidad es equivalente a 7 millones de cajas de banano (cajas de 18,6 kg de fruta), esto representa alrededor del 10% del peso cosechado. Esta pérdida en postcosecha de banano está relacionada con los estándares en los mercados, en términos de su longitud y diámetro de la fruta, sanidad y apariencia de la misma.

Muchos de estos problemas son el reflejo de procesos fisiológicos de división, expansión y fortalecimiento celular donde el zinc juega un rol muy importante, y por ello la estrecha relación con el componente nutrimental de las plantaciones (Sánchez y Mira, 2013). La deficiencia de zinc está asociada con desórdenes por mala formación del racimo y manos, generando una menor distancia entre éstas, dando a los racimos un aspecto compacto, lo que conlleva a un incremento de fruta con cicatrices por crecimiento, lo que comúnmente no se evalúa.

Las plantas con deficiencia de zinc manifiestan atrofiamiento del crecimiento, las hojas se vuelven lanceoladas, estrechas y amarillentas, con rayas cloróticas entre las venas secundarias y coloración amarilla en la superficie inferior de la hoja, principalmente en la vena primaria (Moreira & Fageria, N.K, 2009).

La absorción de zinc por la raíz presenta limitantes en los suelos tropicales, por la adsorción e inmovilización del zinc en suelos que contienen minerales arcillosos, óxidos de hierro y carbonatos de calcio (Cakmak *et al*, 2023). Adicionalmente la toma de zinc y traslocación es inhibida por altas concentraciones de bicarbonatos. Los síntomas de deficiencia de zinc son más severos bajo condiciones de alta intensidad lumínica, siendo un nutriente que tiene importantes funciones para mitigar el estrés en las plantas (Cakmak *et al*, 2023).

Por su importancia fisiológica para el desarrollo del cultivo y por las limitaciones de absorción radicular del elemento, la aplicación foliar es una importante alternativa para el cultivo de banano. El complemento de la nutrición con zinc requiere el conocimiento sobre las dosis, la época, la frecuencia, la fuente y la estrategia apropiada con el objetivo de mejorar el rendimiento del cultivo y la eficiencia en el uso de este nutrimento.

MATERIALES Y MÉTODOS

La evaluación se realizó en una finca que exporta con la comercializadora C.I. Uniban, ubicada en el municipio de Apartadó, Antioquia, Colombia, donde fue evaluada la aplicación de Zinc foliar con una fuente de YaraVita Zintrac en el clon Valery, contrastando un área aplicada y otra sin la aplicación del nutrimento. El lote contó con una densidad de siembra de 1.650 plantas/ha.

Las aspersiones se realizaron desde la semana 47 de 2020 hasta la semana 11 de 2021 con una frecuencia de aspersión de 11 días, para un total de igual número de aplicaciones. El periodo seleccionado para las aspersiones foliares cubrió los periodos húmedo y seco de la región de Urabá. Durante estas épocas de aplicación hubo contraste en la toma de nutrientes desde el suelo, de movilidad y redistribución de nutrientes.

Se utilizó como fuente de aporte de zinc una suspensión concentrada de zinc, denominada comercialmente como YaraVita Zintrac. La dosis empleada en cada aspersión fue de 500 cc * ha⁻¹.

Cuadro 1. Volumen de ingrediente activo de Zinc aplicado.

CRITERIO	VALOR/UNIDAD (0.37 Has)	VALOR/UNIDAD (1 Ha)
Área aplicada	3.100 m ²	10.000 m ²
Número de ciclos	11	11
Volumen mezcla	18 litros (H ₂ O + i.a. Zn)	58 litros (H ₂ O + i.a. Zn)
Ingrediente activo Zn / Ciclo	153 cc	493 cc
Total Ingrediente activo Zn / 11 ciclos.	1.683 cc	5.423 cc

La evaluación de los racimos comenzó 26 semanas después de la primera aplicación, desde la semana 21 hasta la semana 31 de 2021, tomando los períodos de verano e invierno y épocas de diferenciación floral, para estimar el impacto del estrés hídrico en la formación de la fruta.

Las evaluaciones se concentraron en aquellos defectos derivados de la deficiencia del elemento, como son pachas, peguetas, peinetas, dedos deformes e intrusos, tomando los desperdicios de ambos lotes, los que se analizaron a través de perfil de fruta y análisis de su desperdicio. Luego de 8 semanas de las aspersiones con zinc, se tomaron muestras foliares, determinando en dos estratos foliares el

contenido de los nutrimentos, representados por la hoja 3 y 6 de ambos tratamientos.

RESULTADOS Y DISCUSIÓN

Comparación de nutrientes entre el tejido foliar

Al comparar el contenido de zinc en el tejido foliar de la hoja 3 de plantas aplicadas y sin aplicar, se encontró un contenido similar para la hoja 3, con una concentración de $2 \text{ mg} \cdot \text{kg}^{-1}$ de materia seca. Al comparar este resultado con el encontrado en la hoja 6, se encontró una diferencia más amplia y mayor contenido del nutriente ($\Delta 26 \text{ mg kg}^{-1}$) Figura 1. Lo anterior se explica principalmente por la baja movilidad del elemento dentro de la planta, lo que hace que se acumule en las hojas de mayor edad, tras las sucesivas aplicaciones de zinc foliar (Moreira & Fageria, 2009; White & Ding 2023).

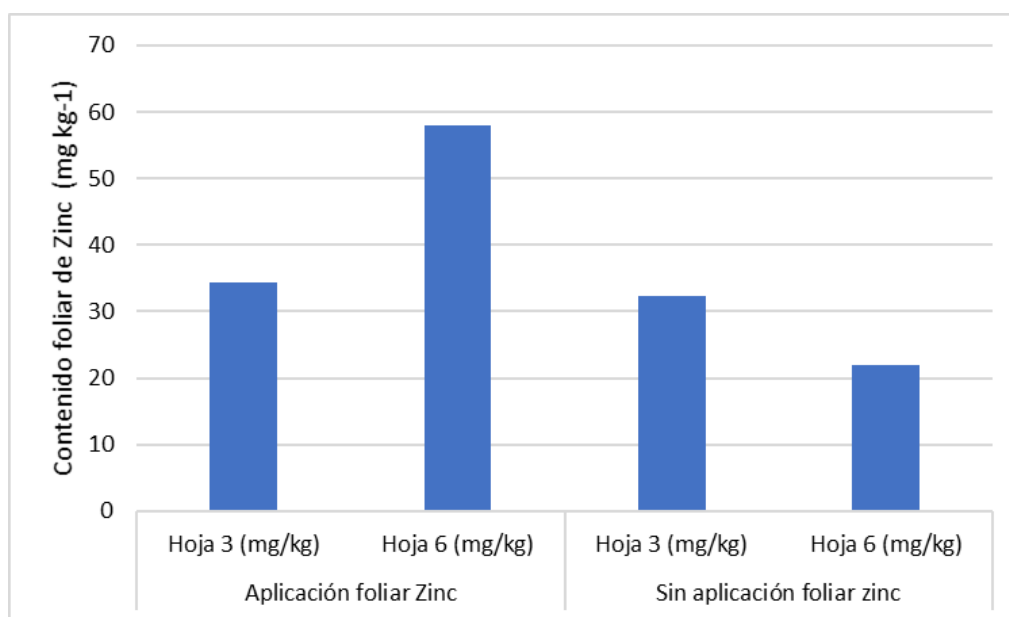


Figura 1. Contenido promedio de Zinc en tejido foliar entre tratamientos. Aplicaciones de Suspensión concentrada de zinc foliar al 70%

Para las plantas, la removilización de nutrientes es particularmente importante en las épocas en que la actividad de las raíces suele decaer como consecuencia de la disminución del suministro de carbohidratos o cuando hay limitaciones desde el suelo, para la toma de nutrientes (Marschner & Rengel, 2023; Moreira & Fageria, 2009). No obstante, la removilización solo se da con elementos móviles en las

plantas (White & Ding 2023). Con los nutrientes de baja movilidad como el zinc, hay una complejidad mayor, ya que dependen de la especie, de las condiciones ambientales que potencian o limitan la transpiración de las plantas, del tipo de órgano, de la edad de estos en relación con la transpiración y de la capacidad del sumidero de los órganos de acuerdo con la edad (Moreira & Fageria, 2009; Torres *et al*, 2014).

Distribución de nutrientes en hojas con posición 3 y 6

En la distribución del nutriente entre las hojas 3 y 6 dentro de los mismos tratamientos, se observaron patrones diferentes. En las plantas sin aplicación de zinc se encontró un mayor contenido del elemento en las hojas más jóvenes de posición 3, respecto a las hojas maduras en posición 6. Por otro lado, en el tratamiento de aspersión de zinc foliar, se presentó mayor contenido de nutriente en las hojas en posición 6 (más maduras) en comparación con las hojas 3 muestreadas. Esta variación en los patrones de distribución de nutrientes se puede explicar por la movilidad de los nutrientes, el zinc es considerado un nutriente de nula o baja movilidad dentro de las plantas, por ende, su contenido está muy asociado a la capacidad de transpiración de las hojas, estas en la posición 6 hacen parte del estrato foliar medio del banano y es donde el intercambio gaseoso se da más activamente. De otro lado, por la baja movilidad del zinc no se redistribuye hacia otros tejidos u órganos y por ende su acumulación se da tras sucesivas aplicaciones.

Comparación temporal y total de defectos asociados a desórdenes de formación de fruta

En la **Figura 2** se aprecia el comparativo en el porcentaje de fruta que no es aprovechada para la exportación, relacionada con los defectos asociados a la mala formación de la fruta, los cuales se generaron a través del desarrollo de la inflorescencia hasta el desarrollo inicial del fruto del banano. Se encontró que hay variabilidad temporal en la presencia de los defectos asociados a condiciones ambientales como déficit hídrico, incremento de temperatura, reducción de humedad relativa, lo que afecta la disponibilidad de agua y nutrientes para las plantas. Bajo estas condiciones los nutrientes de baja movilidad tienen mayores limitaciones para llegar a los tejidos más jóvenes.

De acuerdo con Sanchez y Mira 2013, las pérdidas de fruta asociadas a la inadecuada formación de la fruta, también por el déficit de Zn, indicó desórdenes fisiológicos y nutricionales que se presentan durante (1) el desarrollo de la inflorescencia y que dan origen a frutos provenientes de flores no diferenciadas, por

la unión parcial éstas por el pedicelo (pegueta), unión de dos o más flores (pacha) o por la formación de una sola fila de dedos (peinetas). Durante (2) el desarrollo de los tejidos de la flor y (3) durante las fases iniciales de desarrollo del fruto.

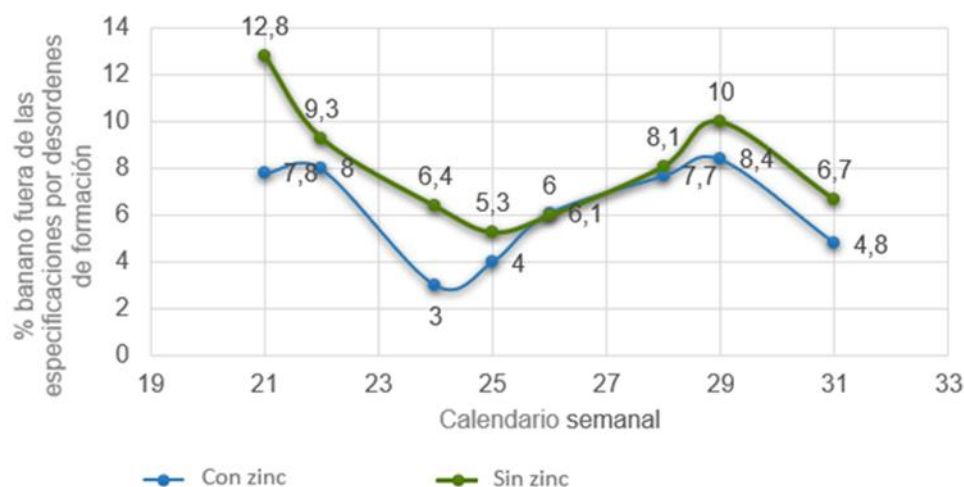


Figura 2. Comparación del porcentaje de frutos de banano con desórdenes de crecimiento en los tratamientos con aplicación de Suspensión concentrada de Zinc vs. control sin aspersión foliar.

Al comparar el tratamiento donde se realizaron aplicaciones de zinc foliar se evidenció que en la mayoría de las semanas se presentó una reducción en el porcentaje de fruta en este tipo de defectos de calidad, lo que indicó que hay un componente nutricional asociado con este tipo de desórdenes, suficientemente explicado por la baja movilidad del zinc en el floema, desde las hojas a los frutos y desde los frutos más viejos a los más jóvenes en las plantas de banano (Moreira & Fageria, 2009). De acuerdo con Moreira & Fageria, 2009, encontraron interacción significativa entre la dosis de zinc y el momento de su aplicación, indicando que las necesidades de zinc del banano variaron con el momento de la aplicación.

Del total de la fruta cosechada y evaluada, se presentó un desperdicio o merma total de 17,3% y 19%, donde los defectos asociados a la formación de fruta fueron de 8,1% para el testigo y de 6,2% para el área tratada con Zn (Figura 3).

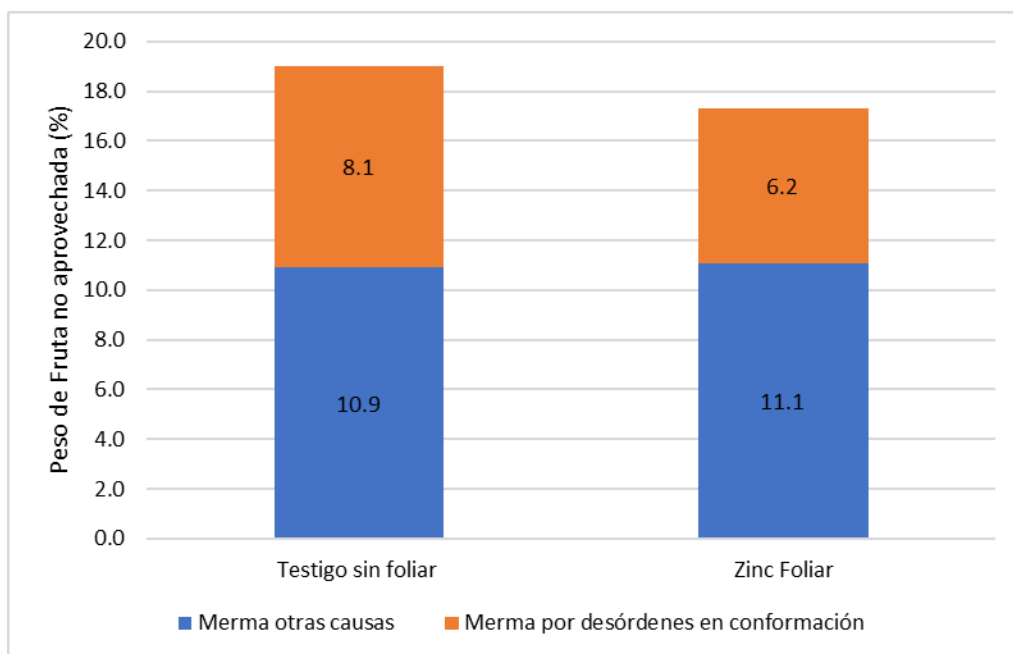


Figura 3. Comparación del peso de fruta no aprovechada entre tratamientos.

De acuerdo con lo anterior, la aplicación foliar de zinc tiene efectos en la reducción de problemas asociados a desórdenes de formación y representó bajo las condiciones del estudio, 1,7% del aumento del peso exportado. Por otro lado, se encontró que las pérdidas por desórdenes de conformación pueden ser reducidas por la aplicación de zinc (23,5%), pero hay otra parte que está asociada a condiciones ambientales no controladas (Ecuación 1).

$$\begin{aligned}
 & \% \text{ Reducción de desórdenes de formación (DF)} \\
 &= \frac{\text{Merma DF (Testigo)} - \text{Merma (DF) Zinc foliar}}{\text{Merma DF (Testigo)}} \\
 & 23,5\% = \frac{8,1\% - 6,2\%}{8,1\%}
 \end{aligned}$$

La aplicación foliar de zinc debe ser parte de una estrategia agronómica en la cual se debe cumplir con los criterios de las 4 C en el manejo integrado de la nutrición y fertilización, cumplir con dosis de aporte de nutrientes de acuerdo con la cantidad de éste, requerido para el crecimiento de los órganos, de la remoción del cultivo y de los requerimientos adicionales para la función antiestrés de los nutrientes. La oportunidad de aplicación debe contemplar los mecanismos fisiológicos de absorción de nutrientes y su movilidad en la planta, además de las

condiciones ambientales que limitan éstos en la toma de nutrientes (Eicher & Fernández, 2023; IPNI, 2012; Torres, *et al*, 2021; White & Ding, 2023).

La fuente de aplicación es clave debido a que se garantiza el suministro y los requerimientos de nutrimentos. La eficiencia del uso y cantidad aplicada dependerá de la productividad presente en la finca y cultivar de banano.

CONCLUSIONES

La pérdida de fruta por inadecuada formación de los dedos durante su desarrollo, son ocasionadas por factores nutricionales relacionados con el suministro de zinc y su relación con factores ambientales, lo que muestra la estrecha relación entre desórdenes de formación con la nutrición del cultivo del banano (Figura 4).

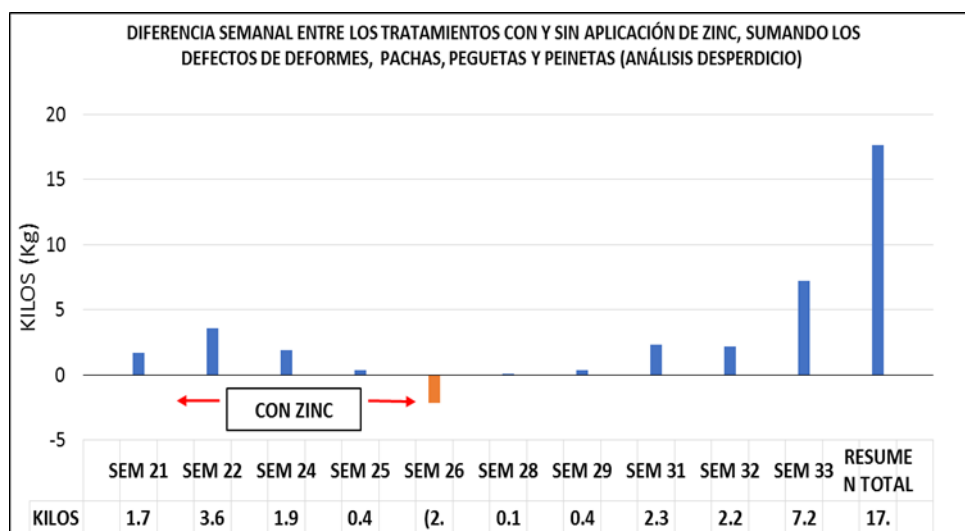


Figura 4. Análisis de desperdicio en dos áreas de contraste con y sin aplicación de Zinc foliar

La nutrición foliar con zinc es una herramienta que ayuda a reducir las pérdidas de fruta asociadas a su inadecuada formación, pero requiere de una estrategia de manejo que contemple las dosis adecuadas de acuerdo con los requerimientos del cultivo, frecuencia y oportunidad, de acuerdo con los mecanismos de absorción y movilidad de los nutrimentos y la fuente empleada, que garantice su disponibilidad y actividad fisiológica.

REFERENCIAS

1. Augura. 2023. Análisis del mercado del banano. Coyuntura bananera año 2022. Asociación de bananeros de Colombia. 40 p.
2. Bebbber, D. P. (2022). The long road to a sustainable banana trade. *Plants, People, Planet*, 1–10. <https://doi.org/10.1002/ppp3.10331>
3. Cakmak, I., Brown, P., Colmenero-Flores, Husted, S., Kutman, B.Y., Nicolici, M., Rengel, Z., Schmidt, S.B & Zhao, F.J. 2023. Micronutrients. Rengel, Z, Cakmak, I. & White, P.J. (Eds), *Marschner's Mineral Nutrition of Plants* (4th ed., pp 283-286).
4. Contreras, M.A. ¿Por qué no se produce 3000 cajas en la región bananera de Urabá, Colombia?. 2021. Informe técnico final. CI. UNIBAN. 317 P.
5. Eicher, T and Fernandez, V. 2023. Uptake and release of elements by leaves and other aerial plant parts. In Rengel, Z, Cakmak, I. & White, P.J. (Eds), *Marschner's Mineral Nutrition of Plants* (4th ed., pp 105-130).
6. FAO. 2023. Banana Market Review 2022. Rome
7. International Plant Nutrition Institute. 2012. 4R de la Nutrición de Plantas. Un manual para mejorar el manejo de la nutrición de plantas. IPNI 122p
8. Marschner, P., & Rengel, Z. (2023). Nutrient availability in soil. In Rengel, Z, Cakmak, I. & White, P.J. (Eds), *Marschner's Mineral Nutrition of Plants* (4th ed., pp 499-522).
9. Moreira, A & Fageria, N.K. 2009. Yield, Uptake, and Retranslocation of Nutrients in Banana Plants Cultivated in Upland Soil of Central Amazonian. *Journal of Plant Nutrition*, 32: 443–457, 2009 Copyright © Taylor & Francis Group, LLC ISSN: 0190-4167 print /1532-4087 online DOI: 10.1080/01904160802660750
10. Sánchez, T.J.D. and J. Mira. 2013. Principios para la nutrición del banano. AUGURA; Cenibanano, Medellín, Colombia.
11. Torres, B J., Magnitskiy, S & Sánchez, J.D. 2021. Accumulation and distribution of micronutrients in banana cv. Williams (Musa AAA Simmonds) with different doses of nitrogen. *REVISTA COLOMBIANA DE CIENCIAS HORTÍCOLAS* - Vol. 15 - No. 1, e11795, January-April 2021 e-ISSN: 2422-3719 · ISSN-L: 2011-2173.
12. White, P.J and Ding, G. 2023. Long-Distance transport in the xylem and phloem. Rengel, Z, Cakmak, I. & White, P.J. (Eds), *Marschner's Mineral Nutrition of Plants* (4th ed., pp 73-104).

13.